

Emploi d'Alliage à Haute Entropie comme interconnecteur dans les piles à combustible IT-SOFC

Département PMDM@ICB

Responsables / Encadrants : Sophie Le Gallet (Sophie.Le-Gallet@u-bourgogne.fr) et Lionel Combemale (lionel.combemale@u-bourgogne.fr) - MaNaPI et M⁴OxE

Gratification : 6 mois sur Projet Région PILOT-HY cofinancé par FEDER et EUR

Généralement les alliages métalliques sont constitués d'un élément principal associés à d'autres éléments présents en plus faible quantité comme les alliages à base de fer, de nickel, d'aluminium ou de cuivre. La composition précise d'un alliage est ajustée en fonction des performances requises : résistance mécanique à haute température, résistance à la corrosion, ductilité

En 2004, le concept d'**alliage à haute entropie (AHE)** a été proposé par un chercheur Taiwanais. Il s'agit d'un alliage à base de plusieurs éléments, au moins 5, dont la composition dans l'alliage varie entre 5% et 35%. Mélangés à l'échelle microscopique, les métaux forment une solution solide remarquablement stable. L'explication serait thermodynamique. Dans un AHE, c'est le terme entropique qui deviendrait dominant par rapport au terme enthalpique (contrairement aux alliages traditionnels). Cette découverte révolutionne la conception des matériaux métalliques et ouvre des perspectives d'innovation impressionnantes.

Jusqu'à aujourd'hui, les recherches se sont concentrées sur le design d'alliages, c'est-à-dire trouver les meilleures compositions parmi les dizaines de milliers possibles. Le critère de sélection est bien souvent un compromis entre résistance mécanique et ductilité. Il convient à présent de connaître les potentialités de ces nouveaux matériaux dans des applications concrètes.

Depuis de nombreuses années, l'ICB développe et étudie des matériaux pour les piles à combustible haute température de type SOFC (Solid Oxide Fuel Cell). Ces systèmes complexes emploient une gamme de matériaux centrée essentiellement sur les céramiques (cœur de pile) et les alliages métalliques (interconnecteurs). Ces derniers assurent le cheminement des électrons dans le système et sont soumis à des conditions d'utilisation sévères : température élevée (700°C), atmosphère réductrice (H₂) et oxydante (air). Avec le passage à des températures de fonctionnement plus basses pour les SOFC (de l'ordre de 500°C à 600°C = Intermediate Temperature-SOFC), les alliages métalliques précédemment développés comme interconnecteurs ne sont plus adaptés (taux de Cr trop élevé). C'est dans ce contexte que les AHE sont envisagés comme matériaux de substitution pour réaliser des interconnecteurs de nouvelle génération.

Le but de ce stage sera d'étudier les potentialités des AHE comme interconnecteur pour pile à combustible de type IT-SOFC.

Le travail portera sur la détermination de la nuance la plus adaptée pour répondre aux contraintes suivantes : mécaniques (contrôle du coefficient de dilatation), chimiques (atmosphère oxydante et réductrice) et électrochimiques (conserver une conductivité électronique élevée dans les conditions d'utilisation). Une fois la composition déterminée, cet alliage sera élaboré par métallurgie des poudres (densification de poudres cobroyées sans passer par la fusion) puis étudié aux moyens des équipements disponibles au laboratoire ICB : Thermobalance, MEB, DRX, Mesure de conductivité,

Le (la) candidat(e) devra faire preuve d'autonomie, d'initiative et avoir un goût prononcé pour les sciences expérimentales.